

Литература

1. Барнс Р., Кейлоу П., Олив П., Голдинг Д. Беспозвоночные: Новый обобщенный подход / пер. с англ. М.: Мир, 1992. 583 с.
2. Гмошинский В. И. Миксомицеты Москвы и Московской области: дис. ... канд. биол. наук. М., 2013. 168 с.
3. Новожилов Ю. К. Миксомицеты Ладожско-Ильменского флористического района: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1981. 25 с.
4. Новожилов Ю. К. Миксомицеты (класс Myxomycetes) России: таксономический состав, экология и география: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2005. 48 с.
5. Фефелов К. А. Ксилофильные сообщества миксомицетов // Экология процессов биологического разложения древесины: сб. ст. Екатеринбург, 2000. С. 56–66.
6. Stephenson S. L., Novozhilov Yu. K., Laursen G. A. A preliminary report of myxomycetes from boreal forest and Arctic tundra ecosystems of central Alaska and eastern Russia // Proc. West Virg. Acad. Sci. 1994. Vol. 66. P. 18.
7. Ukkola T., Rikkinen J. Myxomycetes in the forests and woodlands of western Oregon // Mycotaxon. 2000. Vol. 76. P. 213–245.

MYXOMYCETES AS INTEGRAL COMPONENT OF BIODIVERSITY OF TVER REGION

A. N. LEBEDEV

Tver State University, Tver

Summary. The researching of slime moulds biota of Tver region has been made from 2003 till 2014. The results of researching are given.

РОЛЬ ТИОЛОВЫХ РЕДОКС-СИСТЕМ ПРИ ДЕЙСТВИИ АНТИБИОТИКОВ НА БАКТЕРИИ *ESCHERICHIA COLI* В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ СТРЕССОВ

Е. В. ЛЕПЕХИНА, Г. В. СМЕРНОВА

Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, Пермь

E-mail: alenshick@mail.ru

Исследование условий, модифицирующих действие антибактериальных веществ, является в настоящее время актуальным направлением. Целью работы является изучение роли тиоловых редокс-систем при комбинированном действии экстремальных температур и антибиотиков у бактерий *Escherichia coli*. В качестве объекта исследований использовались бактерии дикого типа и делеционные мутанты *Escherichia coli* (Keio collection) по генам *gshA* (первый фермент синтеза глутатиона), *gor* (глутатионредуктаза), *trxA* (тиоредоксин I), *trxB* (тиоредоксин-редуктаза), *grxA*, *grxB* (глутаредоксины А и В). Кроме того в лаборатории были сконструированы двойные мутанты *gshAtrxA* и *gortrxB*. Действие температуры и антибиотиков изучали в планктонной культуре (колбы на качалках) и в биопленках (полистирольные планшеты без перемешивания).

Показано, что в оптимальных для роста условиях (37 °C), мутанты по генам *gor*, *trxA* и *trxB* росли с более низкой скоростью, а мутант *gshA*, дефицитный по глутатиону, – с более высокой скоростью, чем клетки дикого типа. При резком снижении (до 20 °C) или повышении температуры культивирования (до 46 °C) скорость роста значительно ингибировалась у всех изученных штаммов. Наибольший эффект наблюдался при 46 °C у двойных мутантов *gshAtrxA* и *gortrxB*, где рост останавливался практически полностью. Наличие мутаций *gshAtrxA*,

gorTxB приводило к снижению выживаемости бактерий при всех ростовых температурах.

При температурах 24 и 44 °C, то есть вблизи границ температурного диапазона роста *E. coli*, у клеток дикого типа резко возрастала способность к образованию биопленок. Мутанты по генам *gor*, *trxA*, *gshAtrxA*, *gorTxB*, *grxA* и *grxB* проявляли повышенную способность к биопленкообразованию в диапазоне температур 30–40 °C, но утрачивали характерные для дикого типа максимумы при 24 и 44 °C. Отсутствие глутатиона в *gshA*-мутантах существенно снижало биопленкообразование при всех тестируемых температурах.

При изучении зависимости чувствительности бактерий дикого типа к антибиотикам разных классов (ципрофлоксацин, ампициллин и стрептомицин) от температуры культивирования была выявлена характерная V-образная кривая с максимумом чувствительности при 40 °C. Выживаемость бактерий была обратно пропорциональна их удельной скорости роста (μ), максимум которой также достигался при 40 °C. Коэффициент корреляции между μ и \log CFU (число колоний образующих единиц) составлял –0,97 для ципрофлоксацина, –0,93 для ампициллина и –0,89 для стрептомицина. Общий V-образный вид зависимости чувствительности бактерий к антибиотикам от температуры сохранялся у мутантов по компонентам тиоловых редокс-систем, однако наблюдались изменения, связанные с видом мутации и типом антибиотика. Так, *gshA*, *trxA*, *trxB* и *gshAtrxA* мутанты проявляли повышенную чувствительность к ципрофлоксацину, но не к ампициллину и стрептомицину, при критических температурах 20 и 46 °C. Напротив, при оптимальных температурах мутант *gshAtrxA* демонстрировал высокую чувствительность к ампициллину (в 18 раз выше, чем у дикого типа), но не к стрептомицину и ципрофлоксацину. При 40 °C мутант по *grxA* был в 5 раз чувствительнее к ампициллину, чем дикий тип. При оптимальной температуре *gor*-мутант был более устойчив, чем дикий тип, при действии всех антибиотиков, а мутант по *trxA* полностью утрачивал чувствительность к ампициллину, хотя сохранял чувствительность к стрептомицину на уровне бактерий дикого типа. Таким образом, мутации по компонентам тиоловых редокс-систем оказывали значительное влияние на чувствительность бактерий к антибиотикам.

Исследования поддержаны грантом Программы МКБ Президиума РАН №12-П-4-1013, грантами РФФИ №13-04-96039, РФФИ-Урал №14-04-96031, грантом Президиума УрО РАН для молодых ученых 14-4-НП-126.

THE ROLE OF THIOL REDOX SYSTEMS AT THE ANTIBIOTIC TREATMENT OF BACTERIA ESCHERICHIA COLI UNDER THE ACTION OF EXTREME TEMPERATURES

E. V. LEPEKHINA, G. V. SMIRNOVA

Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms, Perm

Summary. We have shown that at 37 °C mutants of the genes *gor*, *trxA* and *trxB* grew with a lower rate, while the *gshA* mutant grew with a higher rate than the wild-type cells. The study of dependence of the wild-type bacteria susceptibility to various antibiotics (ciprofloxacin, ampicillin and streptomycin) on the culture temperature revealed a characteristic V-shape curve with a maximum of susceptibility at 40 °C. This dependence was preserved in the mutants tested, however, some changes related to the type of mutation and antibiotic were observed.